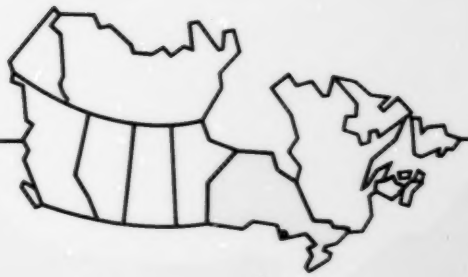
Gouvernement du Canada
Service canadien des forêts

Government of Canada
Canadian Forestry Service

Évaluation de la préparation du sol de stations soumises à la récolte des arbres entiers, au moyen du planteur à disques hydraulique Donaren 180D

G.D. Puttock et C. Rodney Smith

Rapport d'information O-X-372F
Centre de foresterie des Grands Lacs



87-06337/

Le Centre de foresterie des Grands Lacs

Le Centre de foresterie des Grands Lacs est l'un des six établissements régionaux du Service canadien des forêts. Le Service a comme objectif général d'encourager la protection, l'amélioration et la bonne utilisation des forêts et de l'environnement terrestre, que l'on veut sains, agréables et prospères, afin que tous les Canadiens en profitent tant sur le plan économique que social. Le Centre de foresterie des Grands Lacs s'applique à atteindre cet objectif au moyen de deux grands programmes: un programme de recherches et de services techniques et un programme de développement forestier. Dans les deux programmes, on se penche sur les problèmes importants dans les domaines de l'environnement forestier et de l'aménagement des forêts qui touchent plus particulièrement l'Ontario; cependant, étant donné la nature transprovinciale de la ressource forestière, de nombreux éléments du programme de recherches ont un intérêt national.

Le Comité mixte de recherches sur les forêts (Canada-Ontario), constitué principalement de cadres supérieurs du Centre et du ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, évalue les problèmes forestiers de façon continue. Il voit à ce que les ressources dont disposent les deux organismes pour la recherche soient utilisées efficacement, compte tenu des besoins des gestionnaires forestiers, afin d'améliorer la production et la protection des forêts ainsi que la qualité de l'environnement.

Le personnel affecté au programme de développement forestier du Centre négocie des ententes à frais partagés avec le gouvernement de l'Ontario, voit à la mise en oeuvre de ces ententes, effectue des études économiques et met en application des programmes de création d'emplois dans le secteur forestier. Là encore, on doit collaborer étroitement avec le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario et avec d'autres organismes provinciaux et fédéraux intéressés au secteur forestier.

Le Centre maintient des relations étroites de travail avec les établissements d'éducation qui sont spécialisés en foresterie et en sciences biologiques, de même qu'avec l'industrie forestière et d'autres organismes intéressés aux forêts dans la province.

Le Centre reconnaît que les terres boisées doivent être aménagées dans le meilleur intérêt de la population, non seulement pour la production de bois, qui est essentielle dans notre économie, mais également pour les activités récréatives, qui sont si importantes pour notre bien-être social. Les objectifs d'aménagement doivent être poursuivis de manière à assurer le maintien ou l'amélioration de la qualité de l'environnement forestier de même que sa protection pour les générations à venir.

Évaluation de la préparation du sol de stations soumises à la récolte des arbres entiers, au moyen du planteur à disques hydraulique Donaren 180D

G.D. Puttock[1] et C. Rodney Smith

Centre de foresterie des Grands Lacs
Service canadien des forêts
Gouvernement du Canada
1986

Rapport d'information O-X-372F

[1]Faculté de foresterie
Université de Toronto
Toronto (Ontario)

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1986
Nº de catalogue Fo46-14/372F
ISBN 0-662-93768-6
ISSN 0832-6150

This publication is also available in English under the title *An Evaluation of Site Preparation with the Donaren 180D Powered Disc Trencher on Full-tree Logged Sites*.

Des exemplaires de la présente publication peuvent être obtenus gratuitement en s'adressant à:

Service des communications
Centre de foresterie des Grands Lacs
Service canadien des forêts
Gouvernement du Canada
C.P. 490
Sault Ste. Marie (Ontario)
P6A 5M7

RÉSUMÉ

Le planteur à disques hydraulique Donaren 180D a été évalué dans trois stations ontariennes où les arbres avaient été récoltés entiers. La proportion préparée par l'engin pour servir de planches à semis varie de 7,5 à 14,4%, et le nombre d'emplacements plantables et marginaux varie de 2 073 à 2 253 par ha, pour une plantabilité efficace moyenne de 87.7%. La productivité a varié de 1,11 à 1,86 ha par heure-machine productive (HMP); la productivité sylvicole a été en moyenne de 2 631 emplacements plantables et marginaux par HMP. La disponibilité mécanique et l'utilisation des machines avaient un taux respectif de 83,6 et de 80,0%.

ABSTRACT

The Donaren 180D Powered Disc Trencher was evaluated on three full-tree logged sites in Ontario. The implement produced from 7.5% to 14.4% plantable disturbance (receptive seedbed) and the number of plantable and marginal planting spots ranged from 2,073 to 2,253 per ha for an average effective plantability of 87.7%. Productivity varied from 1.11 to 1.86 ha per productive machine hour (PMH); silvicultural productivity averaged 2,631 plantable and marginally plantable spots per PMH. Mechanical availability and utilization were 83.6% and 80.0%, respectively.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les personnes suivantes de l'aide et de la collaboration qu'elles ont apportées au cours de l'étude: J. Waddell et G. Brunt, les Produits forestiers E.B. Eddy Ltée, Espanola (Ontario), M. Cartan, J. Brant et S. Brown de la faculté de foresterie de l'université de Toronto (Ontario) et J-D. Leblanc du Centre forestier des Grands Lacs à Sault Ste-Marie (Ontario).

La collecte et la compilation des données, de même que la préparation du rapport du présent projet, ont été rendues possibles grâce à un financement accordé dans la cadre du programme de recherche universitaire en foresterie du gouvernement canadien.

CORRIGENDUM

PUTTOCK, G.D. et SMITH, C. RODNEY. 1986. Évaluation de la préparation du sol de stations soumises à la récolte des arbres entiers, au moyen du planteur à disques hydraulique Donaren 180D. Gouv't du Can., Serv. can. for., Sault Ste-Marie, Ont. Rapp. d'Inf. O-X-372. 24 p. + appendices

Le titre de cette publication devrait être: Évaluation de la préparation du sol de stations soumises à la récolte des arbres entiers, au moyen du scarificateur à disques hydraulique Donaren 180D.

Il faut remplacer le mot "planteur" par le mot "scarificateur" dans le titre et dans le texte.

page 10 Rémanents d'exploitation

"Cette valeur était de 53,2 pièces au site (fig. 8)." devrait être: Cette valeur était de 53,2 pièces au site 1 (fig. 8).

page 11, Figure 6 (site 2) L'axe des x devrait être:

POURCENTAGE DE PENTE

page 13, Figure 11 L'axe des x devrait être:

VOLUME DES REMANENTS (m^3/ha)

page 14, Figure 12 Les axes des x devrait être:

DIAMETRE DES REMANENTS (m^3/ha)

TABLE DES MATIÈRES

Page

INTRODUCTION 1

EMPLACEMENT ET DESCRIPTION DES SITES 2

ENGIN ET TRACTEUR 4

PROCÉDURE D'ÉVALUATION 4

Évaluation de prétraitement 4

Étude de temps continue 6

Évaluation de post-traitement 6

RÉSULTATS 7

Évaluation de prétraitement 7

Conditions du sol et du terrain 7

Pente 7

Rémanents d'exploitation 10

Souches 10

Végétation résiduelle 10

Études de temps continues 15

Évaluation de post-traitement 19

Perturbation générale du sol y compris celle du lit de germination réceptif 19

Évaluation de la possibilité de plantation 19

Distance entre les zones pouvant être plantées 21

DISCUSSION 21

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS 24

PUBLICATIONS CITÉES 25

APPENDICES

INTRODUCTION

Dans le but d'accroître la qualité de la scarification et la productivité des machines, les fabricants scandinaves d'équipements forestiers ont réalisé des travaux de développement portant sur les planteurs à disques qui, de dispositifs mécaniques relativement simples, sont devenus des appareils passablement complexes dont les commandes hydrauliques et électroniques sont semblables à celles que l'on retrouve couramment sur les appareils de récolte et d'autres équipements hors-route.

L'un des appareils de première génération, le planteur à disques finlandais TTS-35 à deux disques à rotation passive, a été largement utilisé au Canada depuis le début des années 70 (Masters, 1978, Smith, 1980, Smith et coll., 1985 et notes de bas de page 2, 3, 4 et 5). Une unité semblable, le planteur à disques finlandais MM, a récemment fait son apparition au Canada. La principale amélioration apportée à ce planteur consiste en l'addition d'un dispositif permettant d'exercer hydrauliquement une pression verticale sur les disques qui peuvent aussi reposer sur le sol en charge nulle ou être relevés. Le TTS-35H et le TTS Delta représentent la deuxième génération de planteurs de ce type qui ont récemment été utilisés dans les Maritimes, au Québec, en Ontario et dans l'ouest du pays (Hedin, 1985).

Un planteur à disques de troisième génération, le Donaren 180D qui présente la caractéristique de posséder des disques entraînés hydrauliquement, a été utilisé pour la première fois au Canada en 1981. Ryans (1982) et Ramsey[6] ont traité de son utilisation au Québec et en Alberta.

En 1984, le Donaren a été évalué par l'Université de Toronto dans le cadre d'un contrat avec le Centre forestier des Grands Lacs (CFGL) et en collaboration avec les Produits forestiers E.B. Eddy Ltée. Les essais ont été réalisés en forêt boréale, près de Ramsay dans le nord-est de l'Ontario. Le scarificateur, une débusqueuse à roues Caterpillar 528 servant de tracteur et un opérateur ont été fournis sous contrat par la société des Produits forestiers E.B. Eddy Ltée qui fournissait aussi les sites, les surveillants et le soutien mécanique pour l'étude.

L'évaluation avait pour objectif de déterminer la capacité de l'unité dans le cadre d'une préparation locale déterminée portant sur plusieurs sites ayant fait l'objet d'une récolte par arbres entiers. Ces essais constituaient, en partie, le suivi d'une évaluation du TTS-35, du scarificateur de blocs Leno 77 et du cultivateur

---

2 Anon. 1978. D-6 widetrack scarification report. Ont. Min. Nat. Resour., Timber Br., Geraldton Distr. Intern. Rep. 20 p.

3 Kelertas, R.A.. 1978. Mechanical site preparation in the boreal forest with special reference to Ontario. Univ. Toronto, Fac. For., Toronto, Ont. M.Sc. thesis. 278 p.

4 McAlister, P.A. 1975. The Finnish TTS Disc Trencher. Ont. Min. Nat. Resour., Thunder Bay Distr. Intern. Rep. 8 p.

5 McMinn, R.G. and Hamoky, S.G. 1975. Biological effectiveness of equipment tested in silvicultural-mechanical site preparation trials. Dep. Environ., Can. For. Serv., Victoria, B.C. Prelim. Rep. Exp. Proj. 741. 40 p.

6 Ramsey, C.R. 1985. Trials of Donaren Disc Trencher, 1983. Alta. For. Serv., Edmonton, Alta. Intern. Rep. 3 p.

Brăcke (deux rangées) réalisées en 1982 dans des sites voisins ayant subi des récoltes d'arbres entiers et des récoltes de fûts entiers (Smith et coll.,1985). Le même plan s'appliquait aux deux cas. Les procédures d'évaluation standard du CFGL[7] ont été respectées afin de garantir un niveau de comparaison acceptable entre cette évaluation et les autres évaluations d'équipement.

EMPLACEMENT ET DESCRIPTION DES SITES

Dans cette région, les droits de coupe sont détenus par les Produits forestiers E.B. Eddy Ltée en vertu d'une entente de gestion forestière. On a choisi pour l'étude trois sites situés dans le Cortez Township à environ 44 km au sud-ouest de Ramsay, en Ontario (fig. 1). Cette région se situe dans la zone de transition entre la forêt boréale (Missinaibi - Sec. Cabonga B.7 [2] ouest) et les régions forestières des Grands Lacs - et du St-Laurent (Sec. Timagami L.9) (Rowe, 1972).

Cette région du bouclier précambrien se caractérise par une mince couche de moraine glacière sur roche de fond et de petits dépôts lacustres dans les zones basses. Les sols sont des terres sableuses et argileuses.

Les sites 1 et 2 sont bien drainés, situés en hauteur et à une topographie plane ou légèrement ondulée. On y trouve des sols sableux argileux profonds à blocs de surface ou enfouis. Avant la récolte, le site 1 était occupé par un peuplement mixte de bois mous surtout dominé par l'épinette noire *(Picea mariana* [Mill.] B.S.P.) mais l'on y trouvait aussi un peu de pin gris *(Pinus banksiana* Lamb.), de sapin baumier *(Abies balsamea* [L.] Mill.) et de bouleau à papier *(Betula papyrifera* Marsh.). Le peuplement était âgé d'environ 120 ans et occupé à 70%.

Le site 2 était aussi occupé par un peuplement mixte de bois mous; surtout de l'épinette noire avec un peu de pin gris. Il était âgé de 70 ans avec un stocking de 90%.

On trouvait au site 3 un peuplement d'épinette noire clairsemé de pin gris. Il était âgé de 120 ans et totalement occupé. Il présentait une topographie plane et son sol était constitué d'un mélange d'argile et de glaise. Le peuplement faisait bordure à un petit marécage contenant de l'aulne *(Alnus* spp.) et de l'épinette noire non commercialisable. Il y avait de l'eau de surface en certains endroits.

Les sites ont fait l'objet d'une récolte par arbres entiers de décembre 1983 à mars 1984. Il s'agissait d'une coupe conventionnelle par débusqueuses et à ébranchage mécanique près des chemins. Les pins gris et les épinettes noires ont été récoltés, les bois durs et les bois mous non commercialisables étant laissés sur place.

Le plan sylvicole de la société supposait, pour les trois sites, l'utilisation d'un planteur à disques afin de créer des sillons continus et d'obtenir des conditions de microsites appropriées à la plantation. On prévoyait, pour le printemps de 1985, la plantation de pin gris en pots de papier à l'aide de tubes Pottiputki, à intervalles de 2 m x 2 m.

---

[7] Sutherland, B.J. 1985. Standard assessment procedure for evaluating silvicultural equipment: a handbook for pretreatment assessment: site preparation and planting. Gov't. of Can., Can. For. Serv., Sault Ste. Marie, Ont. (in prep.).

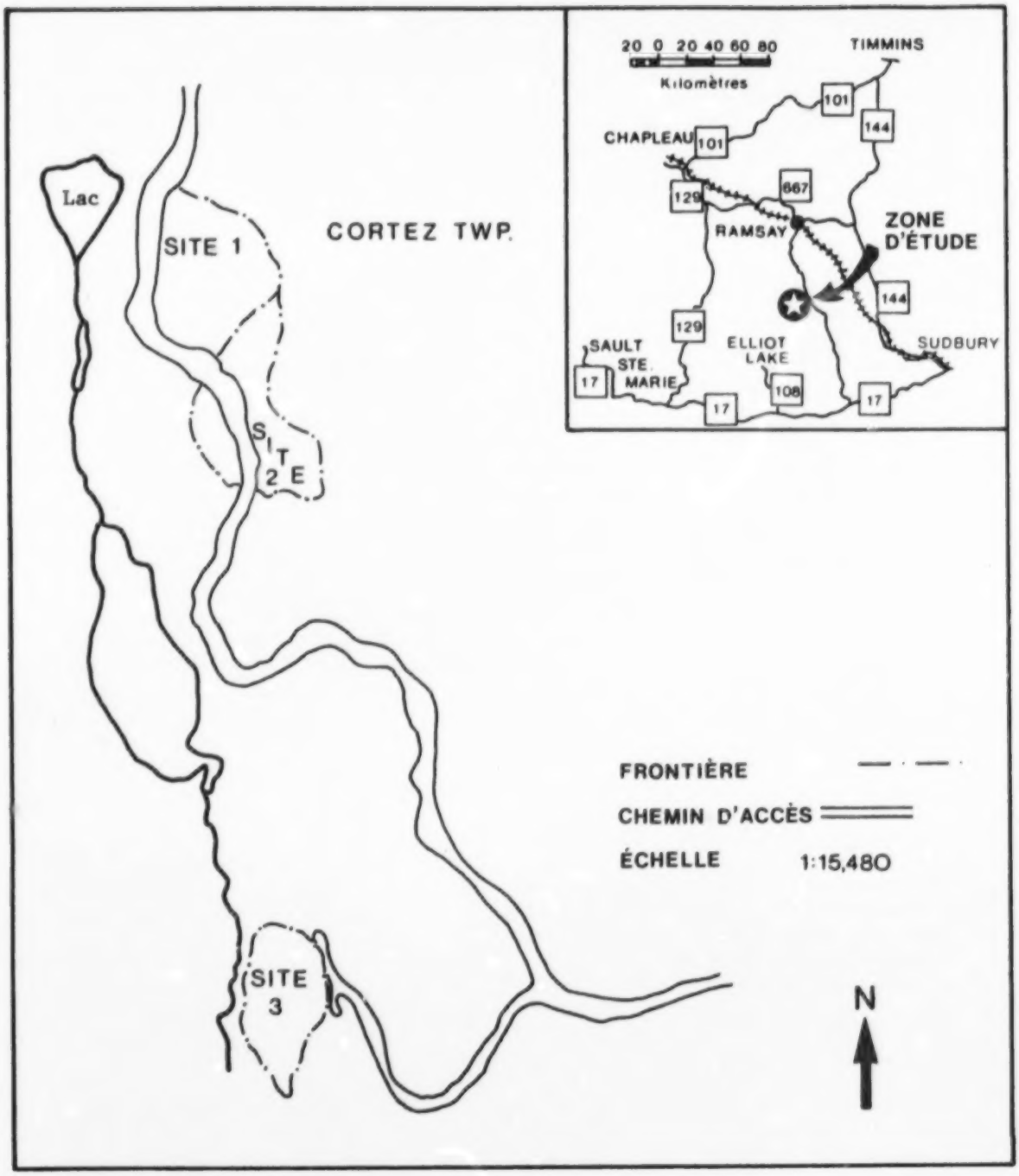


Figure 1. Emplacement général de la zone d'étude et configuration des sites.

ENGIN ET TRACTEUR

Le Donaren 180D est un planteur à disques mécanique fabriqué par la AB Skogsbruksmaskiner de Suède (spécifications à l'appendice A). Le planteur était installé sur une débusqueuse à roues Caterpillar 528 de 130 kW, (spécifications à l'appendice A), comme indiqué à la figure 2. L'équipement appartenait et était exploité par un entrepreneur dans le cadre d'une entente avec *The Ontario Paper Co. Ltd.* Les travaux ont été effectués pour les Produits forestiers E.B. Eddy Ltée et l'entrepreneur était rémunéré en fonction de la superficie de travail. L'opérateur était expérimenté et très intéressé aux résultats de son travail.

Les disques du planteur sont montés sur deux bras individuellement articulés (fig. 3). Les bras peuvent être placés en trois positions:

- pression verticale réglable de façon continue (0-40 bars);
- pression nulle de "flottaison", les disques ne subissent que leur propre poids;
- position relevée pour les déplacements ou les manoeuvres.

Les cylindres hydrauliques installés sur les bras servent à exercer une pression vers le bas ou à relever les disques au besoin. Les disques de scarification sont mus hydrauliquement dans la direction d'avancement de l'engin. L'intervalle entre les sillons peut être réglé de 1,0 à 2,75 m à l'aide de crans sur la plaque de fixation qui permettent de restreindre le déplacement latéral des bras.

Une boîte de commande électronique installée dans la cabine permet de commander la levée et l'abaissement des disques, la pression vers le bas (0-40 bars) et la rotation des disques.

La force motrice nécessaire au Donaren lui était fournie à partir d'une pompe hydraulique entraînée par le moteur de la débusqueuse. Cette pompe à engrenages à déplacement fixe ne faisait pas partie du Donaren et a été installée par le fournisseur du Caterpillar.

PROCÉDURE D'ÉVALUATION

Les données ont été recueillies conformément aux procédures d'évaluation standard du CFGL[7]. Les travaux sur le terrain ont été divisés en trois parties: i) évaluation du prétraitement, ii) étude suivie et iii) évaluation du post-traitement. Les paramètres clés des évaluations d'avant et d'après traitement (notamment le volume des rémanents, l'épaisseur du sol, l'épaisseur de la litière feuillue, la perturbation du sol pouvant être planté et le nombre de surfaces pouvant être plantées) ont fait l'objet d'un échantillonnage à un niveau minimum de signification de 10% et à intervalle de confiance de 15%. La taille de l'échantillon des paramètres clés à été déterminée selon la méthode de Payandeh et coll. (1978) à partir de données obtenues par prééchantillonnage.

Évaluation de prétraitement

Les parcelles utilisées pour l'évaluation de prétraitement ont été regroupées. Chaque groupe était composé de droites de 20 m divisées en 10 segments de 2 m; un quadrat de 2 m x 2 m était déterminé à l'extrémité de chaque droite de 20 m.

On effectuait, au début de chaque segment de 2 m, une mesure de l'épaisseur de la litière, de l'épaisseur du sol minéral, du pourcentage d'empierrement et de l'épaisseur des rémanents. On dénombrait aussi toutes les

Figure 2. Donaren directement installé à l'arrière d'une débusqueuse Caterpillar 528.

Figure 3. Disques montés sur deux bras individuels articulés. Des cylindres hydrauliques exercent une pression verticale sur les disques.

pièces de rémanents de diamètre allant de 1 cm à 5 cm, les pièces de diamètre supérieur à 5 cm étaient mesurées et notées tout au long de chaque segment de 2 m conformément à une modification de la méthode des intercepts pour l'évaluation des rémanents (Van Wagner, 1968, 1982). La pente était déterminée en pourcentage le long de l'axe de la droite de 20 m.

On a estimé, dans chaque quadrat de 2 m x 2 m, la proportion de la surface couverte par la végétation de moindre importance de même que les principales espèces la composant. La fréquence et l'espèce de toutes les broussailles de tronc à diamètre inférieur à 5 cm DHP et à hauteur supérieure à 1,5 m ont aussi été notées. On enregistrait aussi, à l'intérieur du quadrat, le diamètre moyen à l'extérieur de l'écorce, la hauteur et l'espèce de toutes les souches de moins de 1,5 m de hauteur. La fréquence et la hauteur (ou profondeur) de tous les autres obstacles du terrain ou des dépressions étaient notées et réunies avec les données sur les souches en une mesure composite de l'inégalité du terrain (Anon.,1969).

Un relevé a été réalisé au point de 20 m de chaque droite à l'aide d'un prisme BAF 2. L'espèce, le DHP et la hauteur moyenne de tous les arbres se trouvant dans le balayage du prisme ont été notés. Ces renseignements ont été utilisés plus tard pour la détermination du pourcentage de peuplement; les tables de production moyenne de Plonski (1974) ont été appliquées aux espèces dominantes se trouvant dans la parcelle.

Étude de temps continue

Une étude de temps continue a été réalisée pendant toute la période d'utilisation de l'engin sur les sites. Le type et la durée des activités étaient enregistrés et répartis en catégories. Les causes des retards étaient notées et attribuées à l'appareil ou au tracteur (voir appendice B).

Évaluation de post-traitement

Une évaluation de post-traitement a été réalisée à partir de groupes de parcelles constitués de transects de 20 m de longueur comprenant 10 quadrats de 2 m x 2 m. Les parcelles ont été délimitées perpendiculairement à la direction de déplacement de l'engin.

Pour chaque quadrat, on a estimé la perturbation de sol en termes qualitatifs et quantitatifs. Bien que cela ne fasse pas partie de la prescription sylvicole, la surface du lit de germination pour le pin gris (Riley 1980) a été déterminée à partir de l'évaluation de la perturbation du sol. Une évaluation de la possibilité de plantation (plantabilité) a été faite à chaque endroit où le sillon croisait la droite de 20 m. Les zones ont été évaluées comme permettant la plantation, permettant une plantation marginale ou ne permettant pas la plantation à partir d'une surface d'environ 30 cm x 30 cm où les conditions du microsite étaient conformes aux critères établis pour l'épaisseur de la litière, la quantité de débris, la compétition végétative et le type de perturbation du sol. La possibilité de pénétration de la surface choisie était déterminée à l'aide d'un tube de plantation Pottiputki. Les causes de l'absence de pénétration ainsi que la classe de micro-relief étaient notées (Smith et coll., 1985). Si l'endroit présentant le meilleur type de perturbation du sol ne pouvait être planté à cause de problèmes liés à la pénétration, à la

litière, aux débris ou à la compétition végétative, cet endroit était alors décrit comme un premier choix et un deuxième choix était ensuite décrit.

RÉSULTATS

Évaluation de prétraitement

Conditions du sol et du terrain

L'épaisseur du sol minéral des 30 premiers cm de la surface variait en moyenne de 23 à 25 cm dans les trois sites (tableau 1). Il y avait plus d'endroits à sol mince dans les sites 1 et 2 comparativement au site 3 (fig. 4).

L'épaisseur moyenne de la litière était 7 cm aux sites 2 et 3 et de 12 cm au site 1 (tableau 1). Le site 1 présentait une épaisseur de litière de 24 cm à certains endroits tandis que cette épaisseur n'excédait pas 16 cm au site 3 (fig. 5).

L'empierrement, une mesure des pierres et des blocs enfouis à 30 cm de la surface, était en moyenne de 38% et 56% respectivement aux sites 1 et 2. Le site 3 était généralement exempt de pierres (tableau 1). Ces résultats, et les résultats de l'évaluation de l'épaisseur du sol minéral, décrivent les plus importantes différences entre les trois sites.

Tableau 1. Conditions moyennes du sol et du terrain

Site	Épaisseur du sol minéral[a] (cm)	Épaisseur de la litière feuillue (cm)	Empierrement (% de couverture)		Classe d'inégalité du terrain[b]
			moy.	gamme	
1	24,7	11,5	37,5	0,0 - 100,0	1 (2)
2	23,1	6,7	56,3	0,0 - 100,0	2 (1)
3	23,1	6,9	1,3	0,0 - 100,0	1 (2)

[a] Premiers 30 cm de la surface.
[b] Les nombres entre parenthèses indiquent un pourcentage supérieur à 10% de la surface de la zone échantillonnée.

Les facteurs d'inégalité du sol comprennent les souches, les pierres en surface, les monticules et les dépressions. L'inégalité est déterminée à partir d'une échelle allant de 1 à 5, la catégorie 1 étant la moins importante. Les sites 1 et 3 étaient de la catégorie 1 et le site 2, légèrement plus accidenté, de la catégorie 2 (tableau 1).

Pente

La pente des sites 1 et 3 variait de généralement nulle à légère. En effet 82,0% et 100% des observations faits respectivement dans ces deux sites appartenaient à la catégorie de pente de 0-5% (fig. 6). La plus grande variabilité de pente a été notée au site 2 où les observations se répartissaient comme suit: 62,0% dans la catégorie de pente de 0-5%, 21%

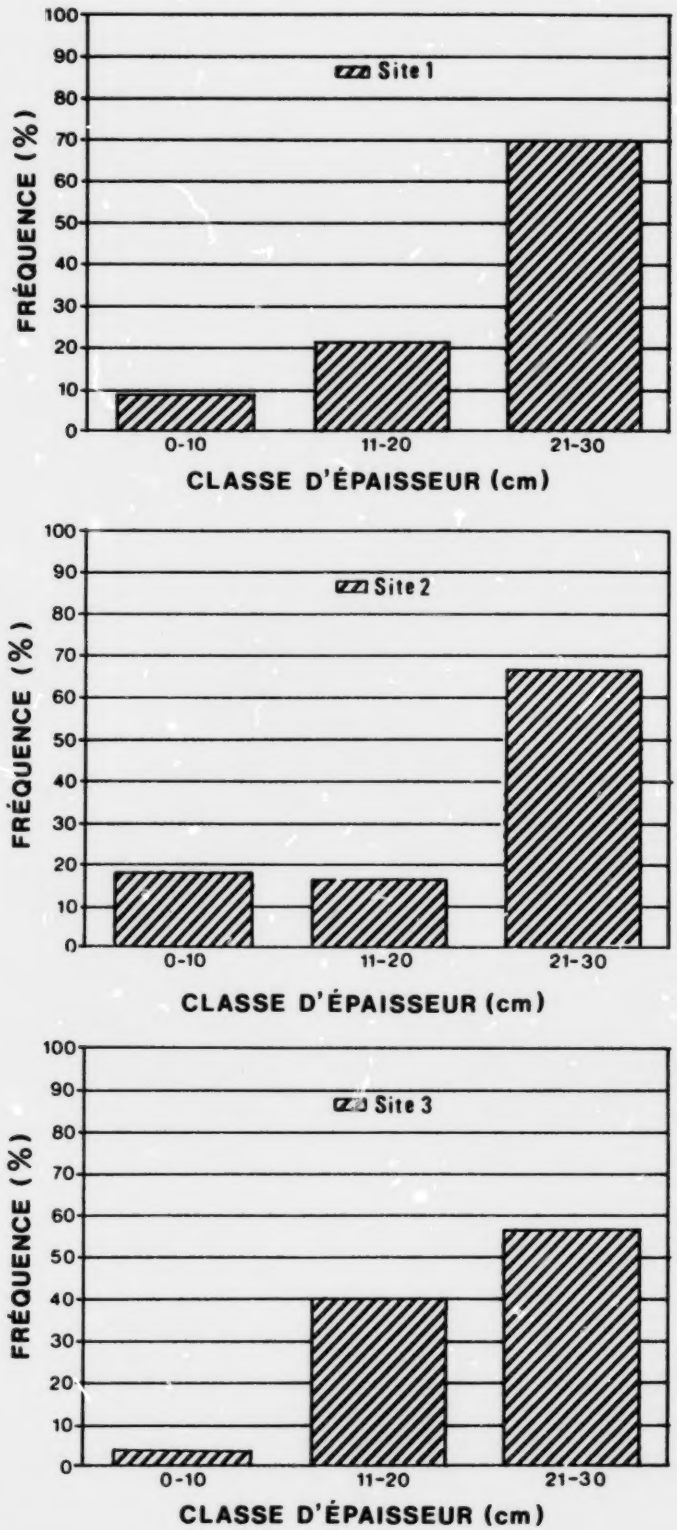


Figure 4. Épaisseur du sol minéral.

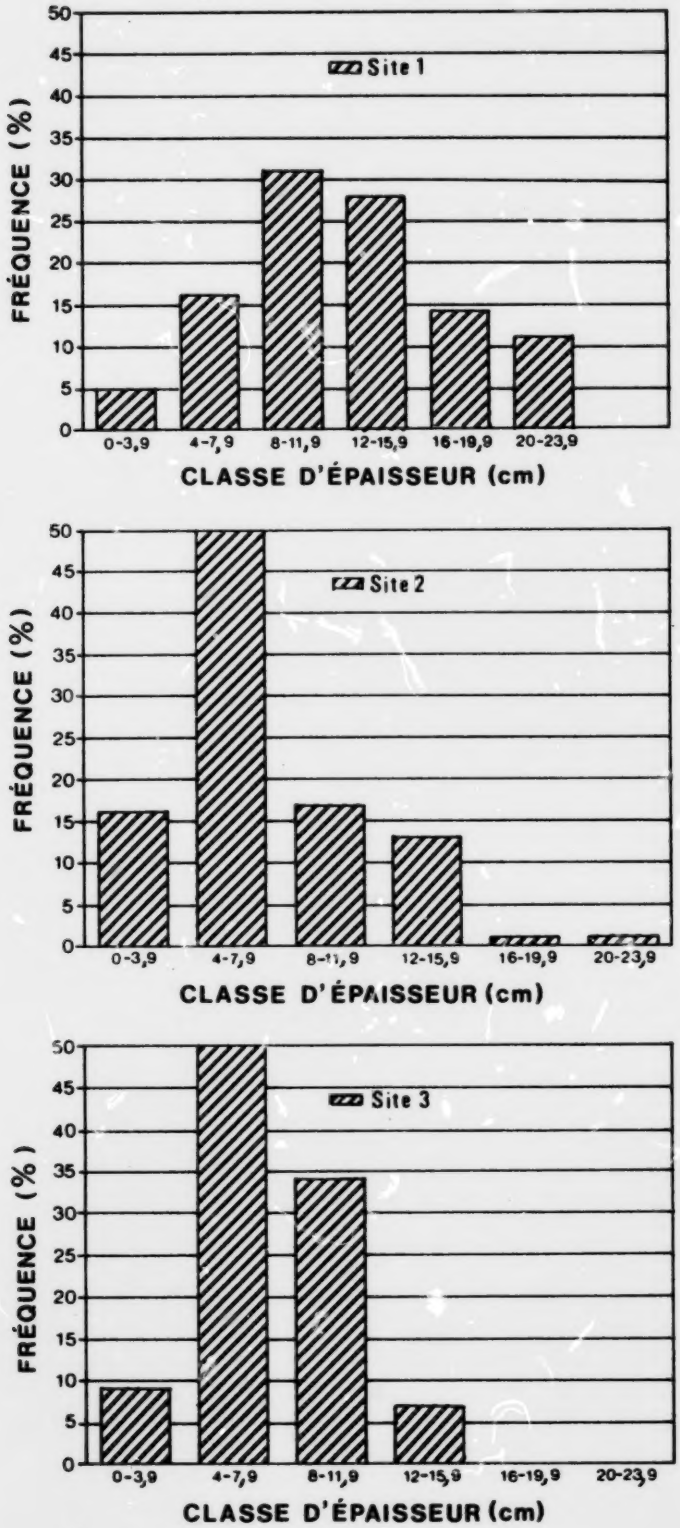


Figure 5. Épaisseur de la litière (LFH).

dans la catégorie de 5-10% et 15% dans la catégorie de 11-25%.

Rémanents d'exploitation

L'épaisseur moyenne des rémanents était de 9,3 cm au site 1 comparativement à respectivement 7,9 cm et 5,5 cm aux sites 2 et 3 (fig. 7). On a noté, respectivement aux sites 2 et 3, 38,1 et 38,2 pièces de rémanents de la catégorie de diamètre de 1-5 cm par 20 m de dénombrement linéaire[8]. Cette valeur était de 53,2 pièces au site (fig. 8). Le volume de rémanents pour cette plus petite classe de taille (fig. 9) reflétait aussi cet écart.

Le nombre de pièces de rémanents de plus de 5 cm de diamètre noté par dénombrement linéaire de 20 m (fig. 10), et leur volume correspondant en m^3/ha (fig. 11) montrent l'existence d'écarts importants entre les sites. Comparativement aux deux autres sites, le site 1 contenait un plus grand nombre de pièces plus grosses et jusqu'à 53% du volume des rémanents était représenté par des pièces de plus de 5 cm de diamètre. Ce site présentait aussi une proportion plus élevée d'arbres surmatures qui étaient tombées sur le sol. Ces branches étaient en partie responsables des valeurs plus élevées de fréquence et de volume. Les distributions de fréquences du volume des rémanents des trois sites sont présentées à la figure 12 et un résumé de l'évaluation des rémanents est donné au tableau 2.

[8] L'estimation des pièces de rémanents de la classe de diamètre de 1-5 cm est sujette à erreur, le diamètre des pièces les plus petites était généralement estimé visuellement.

Souches

Les souches du site 3 étaient plus courtes, de diamètre plus petit et de densité plus élevée (tableau 3).

Végétation résiduelle

Le site 1 était le seul à contenir des arbres laissées par la coupe. On y trouvait des pins blancs (*Pinus strobus* L.), des bouleaux à papier et des sapins baumiers immatures dispersés dans toute la zone. Le DHP moyen de ces arbres est donné au tableau 4. La plupart des sapins baumiers immatures ont été placés dans la catégorie des broussailles à cause de leur petite taille. Le site 1 était le seul à présenter des broussailles (tableau 5) (fig. 13).

Tableau 2. Rémanents

	Pièces par dénombrements linéaire de 20 m		Diamètre	Épaisseur		Volume					Espèces	
Site	1-5 cm (nb.)	>5 cm (nb.)	Moy. >5 cm (cm)	Moy. (cm)	Gamme (cm)	Moy. 1-5 cm (m^3/ha)	Gamme 1-5 cm (m^3/ha)	Moy. >5 cm (m^3/ha)	Gamme >5 cm (m^3/ha)	Volume total (m^3/ha)	Conifère (%)	Bois dur (%)
1	53,2	6,8	15,0	9,3	0 - 97	11,6	0 - 32	60,5	0 - 299	72,1	95,0	5,0
2	38,1	8,6	9,0	7,9	0 - 61	8,3	0 - 26	51,6	0 - 200	59,9	97,5	2,5
3	38,2	7,4	8,5	5,5	0 - 25	8,4	0 - 33	39,6	0 - 246	48,0	100,0	---

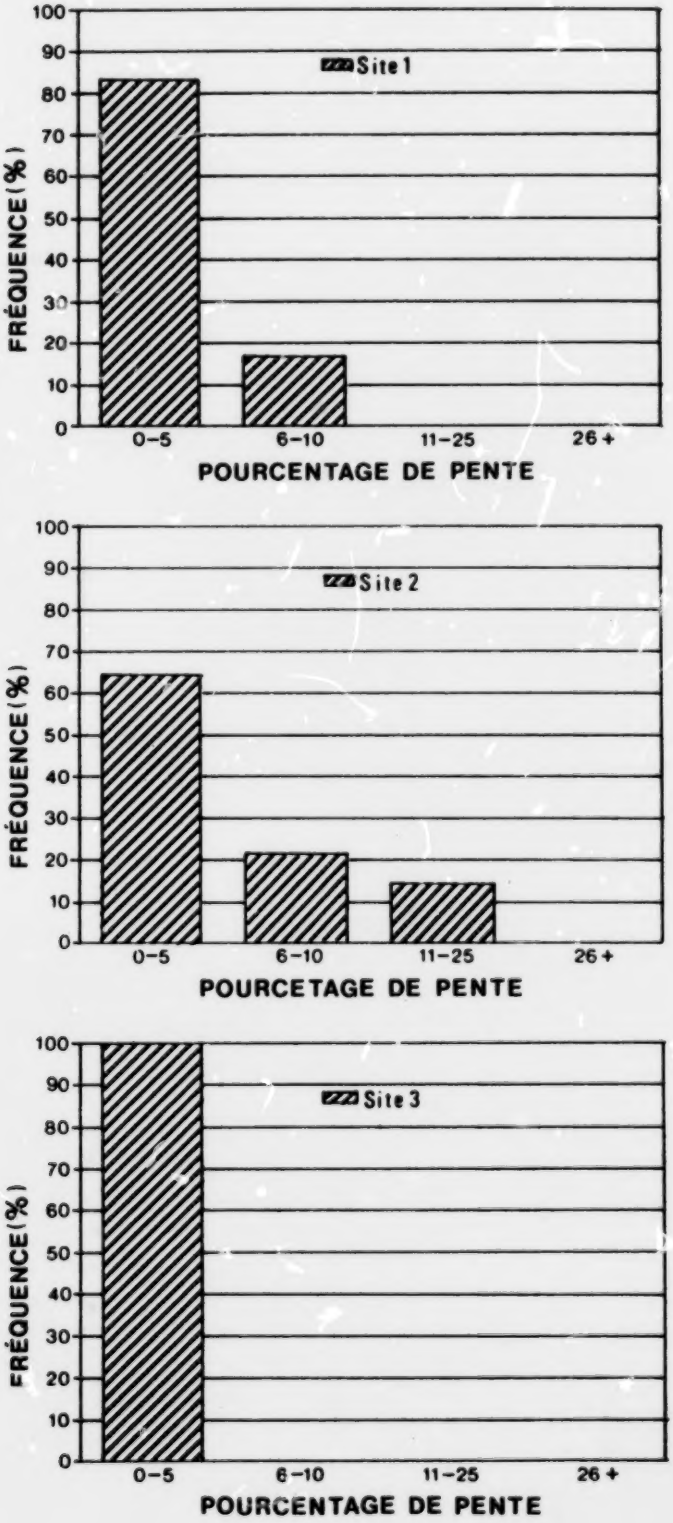


Figure 6. Pente maximale.

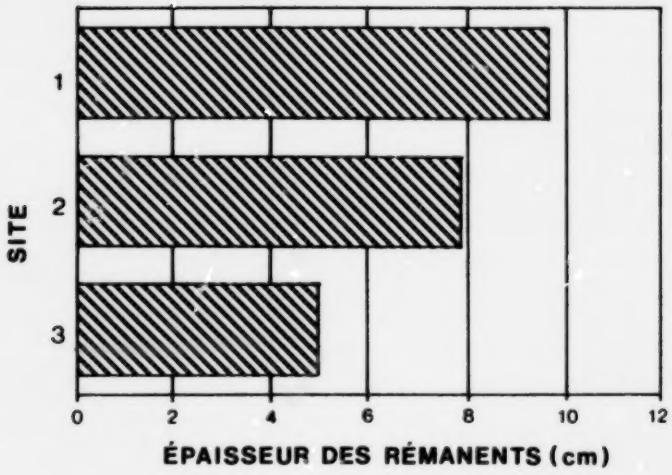
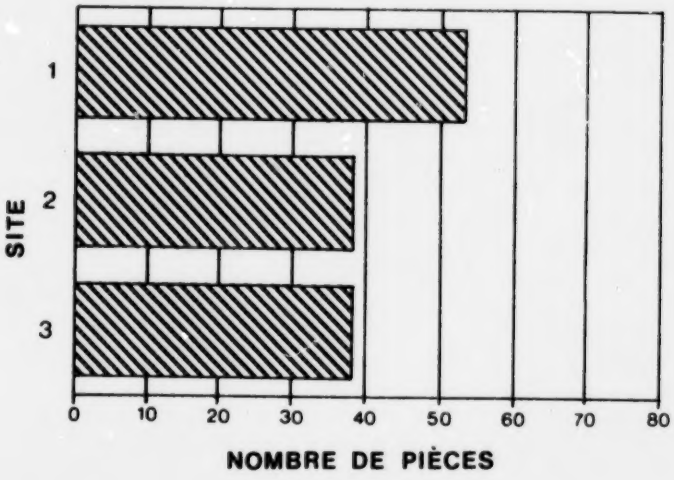


Figure 7. Rémanents - épaisseur moyenne.

Figure 8. Rémanents - pièces par dénombrements linéaire de 20 m (1-5 cm de diamètre).



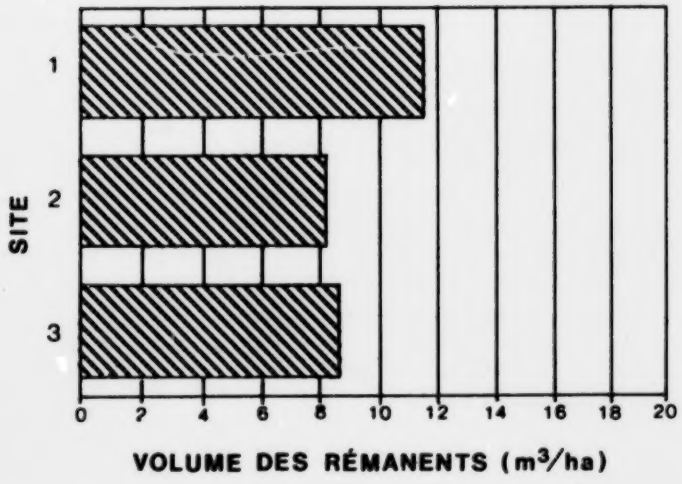


Figure 9. Volume total moyen des pièces de 1-5 cm de diamètre.

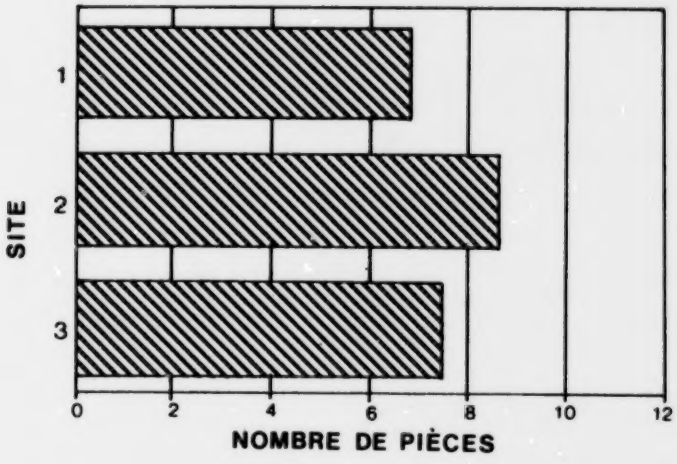


Figure 10. Rémanents - Nombre de pièces de plus de 5 cm de diamètre par dénombrement linéaire de 20 m.

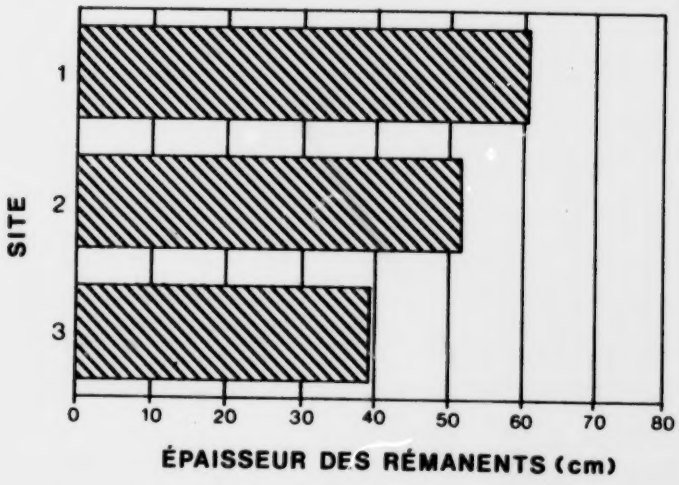


Figure 11. Rémanents - Volume total moyen des pièces de plus de 5 cm de diamètre.

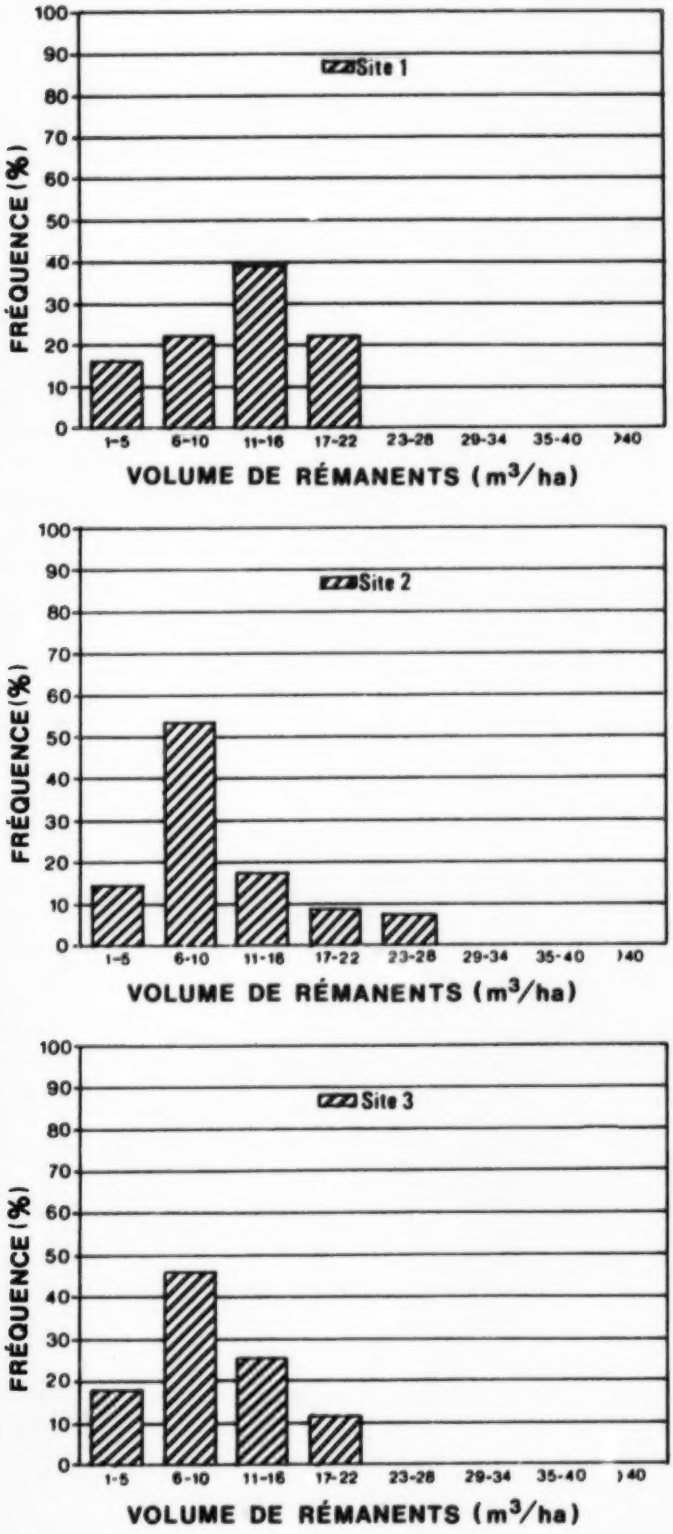


Figure 12. Rémanents - Distribution des fréquences par classes de diamètres.

Tableau 3. Souches

Site	Fréquence (nb./ha)	Hauteur Moy. (cm)	Hauteur Gamme (cm)	Diamètre Moy. (cm)	Diamètre Gamme (cm)	Espèces Pin gris (%)	Espèces Épinette noire (%)
1	2 813	25,0	14-33	22,8	8-29	----	100,0
2	1 875	25,0	10-61	27,7	11-71	16,7	83,3
3	4 063	17,3	8-28	19,2	10-36	7,7	92,3

Le site 1 était celui qui présentait la concentration de végétation mineure la plus importante. Des bleuets *(Vaccinium angustifolium* Ait.) et d'autres espèces à fréquences moins élevées occupaient en moyenne 31,3% du site 1, mais seulement 3,8% et 2,5% des sites 2 et 3, respectivement (tableau 6).

Tableau 4. Arbres résiduels

Site	Surface occupée[a] (%)	DHP moy. (cm)	DHP-gamme (cm)
1	3,8	34,2	19 - 62
2	-	-	-
3	-	-	-

[a] Plonski (1974)

Tableau 5. Broussailles

Site	Surface occupée (%)	fréquence (nb./ha)	Espèces[a]
1	92,0	4350	Sb, Bp, N
2	-	-	-
3	-	-	-

[a] Sb: Sapin baumier *(Abies balsamea* [L.] Mill.)
Bp: Bouleau à papier *(Betula papyrifera* Marsh.)
N: Noisetier *(Corelus cornuta* Marsh.)

Tableau 6. Végétation mineure

Site	Couverture (%)	Espèces
1	31,3	bleuets[a]
2	3,8	bleuets
3	2,5	bleuets

[a] *Vaccinium angustifolium* Ait.

Études de temps continues

Des études de temps continues du Donaren et de son tracteur ont été réalisées dans les trois sites afin de connaître l'utilisation du temps d'exploitation prévu de l'engin, de connaître les problèmes et de déterminer les causes des temps morts.

L'ensemble des résultats, y compris les causes et les retards cumulés, est présenté à la figure 14. L'entretien et les réparations comptent pour 15,6% du total des heures-machine. Ce temps représente surtout l'entretien quotidien effectué par l'opérateur, le nettoyage et l'inspection de routine du tracteur et de

Figure 13. Les arbres résiduels étaient clairsemés dans tout le site 1.

l'appareil. Une réparation de l'appareil, le remplacement d'un conduit hydraulique sur le Donaren, a nécessité 0,6 heure.

Le temps de manoeuvre représentait 13,3% du total des heures-machine et de ces 13,3%, 81% ont été consacrés aux virages avec l'appareil en position relevée. Ces virages étaient surtout effectués aux extrémités des parcelles, avant le creusage d'une autre série de sillons. Le temps de virage moyen était de 20 s.

De grosses pièces de rémanents, comme des parties supérieures de troncs et des morceaux de billes, se sont coincées dans les disques de l'appareil à 83 reprises, ce qui avait pour effet de les empêcher de tourner (fig. 15). Ce problème est surtout survenu au site 1. L'opérateur relevait l'appareil afin de libérer les disques et cette manoeuvre était généralement réussie. Ces retards ont cependant compté pour 1,9 heure, ou 5,5%, du temps machine total.

La productivité machine moyenne a varié de 1,05% ha par heure machine productive (HMP) au site 2 à 1,86 ha/HMP au site 3 (tableau 7). La vitesse de déplacement était en moyenne de 3,4 km/h au site 1 et 2 et de 6,1 km/h au site 3 (voir tableau 10). Ces vitesses semblent faibles pour un tracteur à roues et indiquent que le régime du moteur n'était pas maintenu à un niveau suffisamment élevé pour permettre une transmission hydraulique suffisante au scarificateur. La vitesse de déplacement et la productivité plus élevées obtenues au site 3 s'expliquent surtout par la topographie uniforme et l'absence de pierres.

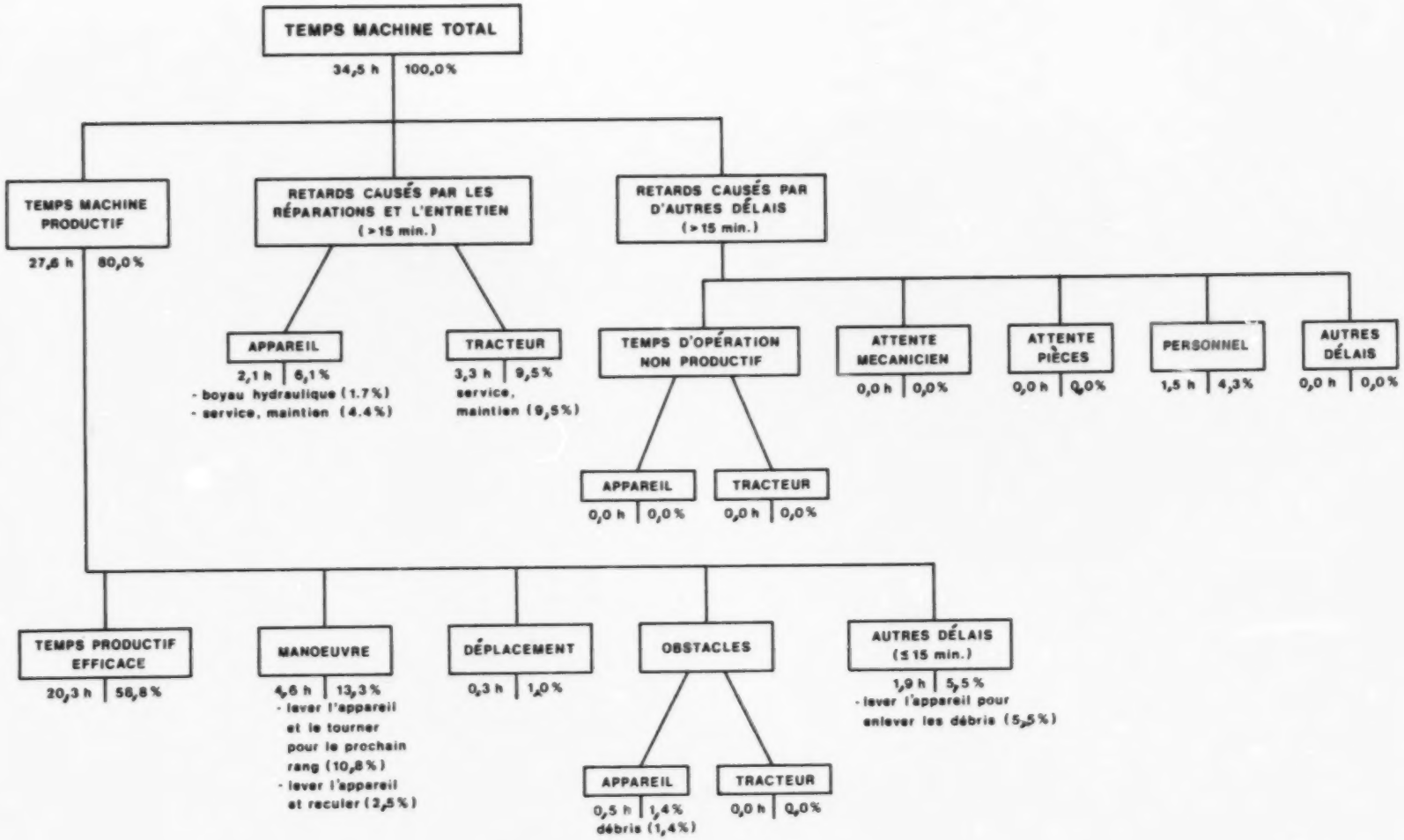


Figure 14. Résultats de l'étude de temps continu.

Figure 15. Des pièces de rémanents et des morceaux de billes se sont coincés dans les disques, les empêchant de tourner.

Tableau 7. Résumé de la productivité

Site	Temps machine total (h)	Heures machines productives (HMP)	Vitesse de déplacement[a] (km/h)	Surface (ha)	Productivité	
					Productivité par temps productif effectif (TPE) (ha/h)	Productivité par HMP (ha/h)
1	14,3	11,8	3,4	13,12	1,43	1,11
2	14,7	11,4	3,4	11,98	1,43	1,05
3	5,5	4,1	6,1	7,61	2,45	1,86
Comb.	3,45	27,3	---	32,71	1,67	1,20

[a] Sans arrêt, c'est-à-dire en temps productif effectif. Le tracteur fonctionnait en deuxième vitesse.

Les taux d'utilisation et de disponibilité mécanique sont des mesures qui reflètent la fiabilité et l'efficacité de la machine. Ces paramètres ont été calculés à l'aide des formules présentées à l'appendice B. Le taux d'utilisation du Donaren était de 80,0% (tableau 8), soit moins que les 85% généralement considérés comme acceptables pour un appareil de ce type. Il faut cependant souligner que l'appareil était en cours d'essai et non totalement opérationnel ou moment de l'étude. La disponibilité mécanique était par ailleurs très bonne, à 92,9% (tableau 8).

Évaluation de post-traitement

L'efficacité du traitement de préparation du site est reflétée par trois paramètres: a) la perturbation générale du sol, y compris celle du lit de germination; b) les possibilités de plantation, c.-à-d. la proportion de la superficie traitée pouvant être plantée (plantabilité) et c) la distance entre les zones pouvant être plantées de chaque côté et le long des sillons.

Perturbation générale du sol y compris celle du lit de germination réceptif

Le niveau de perturbation du sol a été classé en fonction de la quantité de sol minéral exposé, du mélange du sol minéral et de la litière et de l'épaisseur de la litière réduite ou comprimée.

La plus grande partie du sol perturbé pouvant être planté, ce qui correspond au lit de germination, était représentée par du sol minéral à base ferme. Le niveau de perturbation était de 7,5% et de 9,7% respectivement dans les sites 1 et 2 et d'environ 14,4%, c'est-à-dire 50% de plus, dans le site 3 (tableau 9). Le sol perturbé présentant une possibilité marginal de plantation était surtout représenté par une litière modérément épaisse sur sol minéral ferme.

Évaluation de la possibilité de plantation

Les nombres de zones pouvant être plantées par hectare étaient en

Tableau 8. Utilisation et disponibilité machine

Site	Utilisation machine	Disponibilité machine		
	(%)	Disponibilité CPPA (%)	Engin et tracteur (%)	Engin (%)
1	82,5	82,5	82,5	99,1
2	79,6	85,7	84,5	85,4
3	74,5	85,5	83,7	100,0
Comb.	80,0	84,4	83,6	92,9

Tableau 9. Perturbation générale du sol y compris celle du lit de germination réceptif, créée par l'engin

Site	Sol perturbé et/ou lit de germination réceptif[a] - plantation normale				Sol perturbé-plantation marginale				Total des sols perturbés à plantation normale ou marginale
	Sol min. à base ferme (%)	Litière/sol min. mixte mince (<1,5 cm); se transformera en base ferme (%)	Litière mince (<1,5) sur base ferme (%)	Total (%)	Sol min. en monticules sur base ferme (%)	Litière/sol min. mixte mod. épais (1,5 <3 cm); se transformera en base (%)	Litière mod. épaisse (1,5 <3 cm) sur base ferme (%)	Total (%)	(%)
1	5,4	0,6	1,5	7,5	0,2	0,1	10,0	10,3	17,8
2	7,2	0,0	2,5	9,7	0,0	0,2	7,8	8,0	17,7
3	13,0	0,0	1,4	14,4	0,3	0,0	11,8	12,1	26,5

[a] Correspond de près aux critères du lit de germination réceptif pour le pin gris dans le nord-est de l'Ontario (Riley, 1980).

moyenne de 970, 1 323 et 1 408 dans, respectivement, les sites 1, 2 et 3 (tableau 10). Les nombres combinés de zones pouvant être plantées de façon normale ou marginale s'élevaient respectivement à 2 252, 2 073 et 2 253 pour les même sites (tableau 10). De l'ensemble des zones évaluées (2 500/ha), 90,1%, 82,9% et 90,1%, respectivement pour les trois sites, pouvaient être plantées d'une façon normale ou marginale (tableau 10).

Un résumé de l'information pertinente relative aux conditions des microsites créés par l'appareil dans les zones de plantation (1er choix) est présenté au tableau 11.

La pénétration était élevée dans les trois endroits. Elle était en moyenne de 88,8%, de 87,8% et de 97,4% pour, respectivement, les sites 1, 2 et 3. La présence de pierres était la seule cause de mauvaise pénétration au site 2 où les pierres et les blocs rocheux présents sous la surface représentaient 56,3% de la superficie (fig. 16a et 16b). Les racines caractérisant le tapis racinaire des épinettes noires en zones basses ont été la cause de la pénétration inadéquate au site 3.

Distance entre les zones pouvant être plantées

La distance moyenne entre les zones pouvant être plantées, de façon normale ou marginale en travers des sillons, était d'environ 2,1 m aux sites 1 et 2 et de 2,0 m au site 3. Ces même valeurs, le long des sillons, étaient environ de 2,3 m aux sites 1 et 2 et de 2,1 m au site 3.

DISCUSSION

L'épaisseur moyenne du sol minéral était de 23,1-24,7 cm dans les trois sites et celle de la litière était de 8,0-11,9 cm au site 1 et de 4,0-7,9 cm aux deux autres sites. Le nombre de pierres enfouies était important aux sites 1 et 2 et cela explique certainement les niveaux de pénétration inférieure, de 88,8% et de 87,8%, notés dans les deux zones. La topographie des trois sites variait généralement de plane à modérément accidentée. Les rémanents de coupe étaient aussi peu importants étant donné l'exploitation par arbres entiers. Les rémanents posaient cependant un problème à l'utilisation de l'appareil et environ 6,9% du temps total a dû être consacré à dégager des débris. Cela était particulièrement évident au site 1, où de grosses pièces de rémanents bloquaient souvent les disques. Les débris pouvaient généralement être enlevés en relevant les disques. Les autres paramètres des sites n'ont pas été source de problèmes tant pour l'appareil que pour le tracteur.

Les conditions favorables des sites ont certainement contribué à l'obtention d'un nombre élevé de zones pouvant être plantées de façon normale ou marginale par hectare ainsi qu'au pourcentage moyen (90,4%) de pénétration obtenue pour les zones de plantation de premier choix.

Le nombre de zones appropriées à la plantation constitue un paramètre déterminant du succès de la plantation. Si nous supposons une densité de plantation souhaitable de 2 500 arbres par ha (espacement de 2 m x 2 m), le rendement réel global (zones à plantation normale et marginale) obtenu avec le Donaren était alors de 87,1%. Ce résultat est fonction des conditions des microsites ainsi que de la largeur des sillons et de la distance entre sillons. Ce dernier paramètre est en partie déterminé par l'espacement des disques sur l'engin et la capacité de l'opérateur à conserver un espacement uniforme et acceptable (p. ex., 2 m) entre les

Tableau 10. Évaluation de la possibilité de plantation

Site	Zones plantables		Zones plantables marginales		Zones plantables normales et marginales		Zones non plantables		Total	
	(nb./ha)	(%)	(nb./ha)	(%)	(nb./ha)	(%)	(nb./ha)	(%)	(nb./ha)	(%)
1	970	38.8	1 282	51,3	2 252	90,1	248	9,9	2 500	100,0
2	1 323	52.9	750	30,0	2 073	82,9	427	17,1	2 500	100,0
3	1 408	56.3	845	33,8	2 253	90,1	247	9,9	2 500	100,0

Tableau 11. Conditions du microsite des zones de plantation (premier choix)

Site	Pénétration du sol			Débris			Épaisseur de litière			Compétition végétative	Micro-relief			
	Bonne[a] (%)	Pierres[c] (%)	Racines[c] (%)	Aucun[a] (%)	Légers[b] (%)	Importants[c] (%)	<1.5 cm[a] (%)	1.5<3 cm[b] (%)	≥3 cm[c] (%)	Aucune (%)	Plat (%)	Surélevé (%)	Pente (%)	Creux (%)
1	88,8	2,4	---	93,1	6,9	---	68,8	22,5	8,7	100,0	98,6	---	---	1,4
2	87,8	6,2	---	100,0	---	---	76,5	17,2	6,3	100,0	100,0	---	---	---
3	97,4	---	2,6	100,0	---	---	84,6	15,4	---	100,0	100,0	---	---	---

[a] Plantation normale.
[b] Plantation marginale.
[c] Plantation impossible.

Figure 16a. Site 2 avant le traitement. Présence de blocs en surface.

Figure 16b. Site 2 après le traitement. Les blocs nuisent à la pénétration.

passages consécutifs de l'appareil. Il revient aux gestionnaires forestiers de déterminer si le niveau effectif de possibilité de plantation est suffisant étant donné la nature de l'opération et les conditions des sites avant le traitement.

La productivité obtenue avec le Donaren s'élevait en moyenne à 1,20 ha/HMP. La productivité peut aussi être exprimée en fonction du nombre de zones pouvant être plantées de façon normale ou marginale par HMP, c'est-à-dire la possibilité de plantation sylvicole. Il s'agit ici d'une mesure de l'efficacité de l'appareil à créer un certain nombre de zones de plantation tout en maintenant une certaine vitesse de déplacement et une certaine distance entre les sillons. Dans ce cas-ci, la productivité sylvicole moyenne était de 2 631 zones à plantation normale et marginale par HMP. Il est cependant possible que le régime du moteur ait été insuffisant pour alimenter adéquatement l'engin en huile, ce qui a pu en réduire l'efficacité globale. Le type de pompe utilisée exigeait un régime de moteur élevé (t/m) pour alimenter adéquatement le Donaren. La transmission du Caterpillar 528 ne possède que trois vitesses de sorte qu'un régime de moteur élevé ne peut être obtenu que si le tracteur se déplace à vitesse élevée. Il n'a pas été possible d'atteindre une telle vitesse.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Le Donaren a fait l'objet d'une évaluation d'une durée de trois semaines. L'évaluation a été réalisée sur les terres concédées à la société des Produits forestiers E.B. Eddy Ltée et situées dans la région de la Haute-Spanish. L'étude a porté sur trois sites ayant fait l'objet d'une coupe par arbres entiers. Deux des sites étaient situés en hauteur et présentaient une topographie à terrain légèrement ondulé. Le troisième site, une zone basse à épinettes, était plat et présentait de l'eau de surface en certains endroits. Les conditions des sites variaient généralement de légères à modérées et ces derniers se différenciaient surtout par la quantité de pierres ou de roche de fond et la quantité d'arbres résiduels laissés après la coupe.

Le Donaren s'est avéré bien adapté aux trois zones évaluées. La perturbation de plantation (lit de germination) a varié de 7,5% à 14,4% et la possibilité de plantation réelle combinée moyenne était de 87,7%.

L'engin n'a exigé qu'une seule réparation: le remplacement d'un conduit hydraulique qui a nécessité 0,6 heure. L'entretien et le nettoyage ont nécessité 4,8 heures de temps d'arrêt, soit 13,9% du temps d'utilisation totale. La disponibilité mécanique a été de 92,9%. Le fait que l'opérateur a dû souvent relever l'appareil afin de la dégager des débris de coupe accumulés entre le disques a cependant été la cause d'un très grand nombre de retards mineurs qui ont réduit le temps d'utilisation total à 80,0%.

La vitesse de déplacement a varié de 3,4 km à 6,1 km par heure et la productivité machine moyenne était de 1,20 ha par HMP, soit 2 631 zones de plantation par HMP.

Les résultats obtenus montrent que le Donaren 180D permet d'obtenir une préparation de site de bonne qualité et que son rendement est acceptable dans des sites à conditions allant de légères à modérées.

PUBLICATIONS CITÉES

Anon. 1969. Terrain classification for Swedish forestry. Skogsarbeten, Stockholm, Sweden. Rep. No. 9. 10 p. + appendices.

Folkema, M.P, Giguère, P. and Heidersdorf, E. 1981. Shift level availability and productivity. Revised manual for collecting and reporting field data. For. Eng. Res. Inst. Can., Pointe Claire, P.Q. 13 p.

Hedin, I.B. 1985. Evaluation of the TTS Delta Disc Trencher in north central British Columbia. For. Eng. Res. Inst. Can., Vancouver, B.C. Tech. Note No. TN-83. 22 p. + appendices.

Masters, A. 1978. The Finnish TTS Disc Trencher and Clark Ranger 668C. Nfld. Dep. For. Agric., St. John's, Nfld. 40 p.

Payandeh, B. and Beilhartz, D.W. 1978. Sample size estimation made easy. Dep. Environ., Can. For. Serv., Sault Ste. Marie, Ont. Inf. Rep. O-X-275. 19 p. + appendices.

Plonski, W.L. 1974. Normal yield tables (metric). Ont. Min. Nat. Resour., Div. For., Toronto, Ont. 40 p.

Riley, L.F. 1980. The effect of seeding rate and seedbed availability on jack pine stocking and density in northeastern Ontario. Dep. Environ., Can. For. Serv., Sault Ste. Marie, Ont. Inf. Rep. O-X-318. 36 p. + appendices.

Rowe, J.S. 1972. Forest regions of Canada. Dep. Environ., Can. For. Serv., Ottawa, Ont. 172 p.

Ryans, M. 1982. Evaluation of the Donaren 180D Powered Disc Trencher. For. Eng. Res. Inst. Can., Pointe Claire, P.Q. Tech. Rep. No. TR-54. 38 p. + appendices.

Smith, C.R. 1980. Silvicultural equipment reference catalogue for northern Ontario. Ont. Min. Nat. Resour., For. Resour. Br. 114 p.

Smith, C.R., Ryans, M., and Leblanc, J.-D. 1985. Evaluation of the effect of tree-length and full-tree harvesting on the performance of three scarifiers. Gov't. of Can., Can. For. Serv., Sault Ste. Marie, Ont. Joint Rep. No. 6 and Spec. Rep. SR-25 (For. Eng. Res. Inst. Can.). 38 p. + appendices.

Van Wagner, C.E. 1968. The line intersect method in forest fuel sampling. For. Sci. 14(1):20-26.

Van Wagner, C.E. 1982. Practical aspects of the line intersect method. Dep. Environ., Can. For. Serv., Petawawa, Ont. Inf. Rep. P-X-12. 11 p.

APPENDICES

APPENDICE A

SPÉCIFICATIONS DU FABRICANT

DONAREN 180D

Dimensions:

Diamètre des disques	950 mm
ou	1 050 mm
Dimensions externes, extrémités des dents	1 250 mm
ou	1 350 mm
Espacement de voie	1 500-2 750 mm
Largeur de voie	600- 800 mm
Déplacement maximum vertical:	1 200 mm
au-dessus de la position horizontale vers le bas:	1 250 mm
en dessous de la position horizontale	

Poids:

Poids total	2 300 kg

Disques:

Nombre de dents remplaçables par disque	10

Système hydraulique:

Pression hydraulique requise	170 bars max.
Débit requis	70 L/m
Rotation variable des disques (version entraînée)	de 15 à 30 t/m

Les moteurs hydrauliques des disques peuvent être entraînés de trois façons:
1) directement à partir de la pompe du tracteur;
2) à partir d'une pompe distincte installée sur la prise de force;
3) à partir d'une pompe entraînée par un moteur diesel distinct.

Système électrique:

24 ou 12 volts
La console de commande électrique est placée à l'endroit désiré dans la cabine de l'opérateur.

Puissance:

Le moteur doit fournir de 90 à 115 kW environ plus 35 kW pour le scarificateur.

Coût:

46 000 $ (12 août 1985). Pris de force du tracteur et commandes dans la cabine.

Fabricant:

AB Skogsbruksmaskiner
C.P. 5
S-783 00 Säter
Suède
Téléphone: 0225/51080

Distributeurs:

Canadian Forestry Equipment Limited, Western Office
17217-106 Avenue
Edmonton, Alberta T5S 1H9
Téléphone: (403) 484-6687

Canadian Forestry Equipment Limited, Ontario Office
7355 Torbram Road, Unit 15
Mississauga, Ontario L4T 3W3
Téléphone: (416) 678-1586

Canadian Forestry Equipment Limited, Bureau du Québec
90E Boulevard Brunswick
DDO Montréal, Québec H9B 2C5
Téléphone: (514) 685-1100

Canadian Forestry Equipment Limited, Maritime Office
65 Thornhill Drive, Burnside Industrial Park
Dartmouth, Nouvelle-Écosse B3B 1R9
Téléphone: (902) 465-2558

DÉBUSQUEUSE À ROUES CATERPILLAR 528

Puissance au volant	130 KW
Poids en ordre de march	14 030 kg
Poids maximal à vide	15 420 kg
Modèle du moteur	3 306
T/M du moteur - valeur nominale	2 200
Nombre de cylindres	6
Déplacement	10.5 L
Articulation transversale (degrés)	+14°
Pneus, standard	62,2-81,3 cm
optionnels	77,5-81,3 cm
Diamètre de virage (extérieur de la roue arrière)	11,5 m
Rayon de virage	5,76 m
Traction du câble de treuil, max. au calage	18 140 kg
Vitesse de déroulement du câble à 70 m/min	7 850 kg
régime nominal du moteur	
Capacité du treuil	53 m
pour câble de diamètre de	19 m
Capacité du réservoir de carburant	208 L
Capacité du système hydraulique	45 L

Transmission:

Servo-commandée à convertisseur de couple mono-étagé à simple phase

Vitesses

	1e	2e	3e
Avant (km/h)	8,4	16,3	30,1
Arrière	10,1	19,8	36,7

Dimensions générales:

Longueur avec lame	6,93 m
Entre-axe	3,25 m
Largeur à l'extérieur des pneus	2,92 m
Hauteur (S.P.C.R.)	2,92 m
Hauteur (échappement)	2,95 m
Garde au sol	698 mm
Largeur hors pneus	2,31 m
Largeur de la lame	2,29 m

APPENDICE B

FORMULES DU TEMPS-MACHINE

Les formules présentées ci-après ont servi au calcul de l'utilisation et de la disponibilité mécanique (Folkema et coll. 1981):

$$\textbf{Utilisation} = \frac{\text{HMP (en fonctionnement)}}{\text{HMH}} \times 100\%$$

$$\textbf{Disponibilité mécanique} = \frac{\text{HMP}}{\text{HMP + réparations + entretien}} \times 100$$

(HMP, les réparations et l'entretien incluent les activités effectuées pendant et après la période de travail)

$$\textbf{Disponibilité totale} = \frac{\text{HMH-(réparations + entretien + attente [pièces + mécanicien])}}{\text{HMH}} \times 100$$

(Réparations et entretien pendant la période de travail)

HMP = Heures-machine productives
HMH = Heures-machine selon l'horaire

DÉFINITION DES ÉLÉMENTS RELATIFS AU TEMPS

Le nombre d'heures-machine productives (HMP) notées au cours de l'étude suivie a été réparti selon les éléments présentés ci-après. Noter que les données de l'étude de temps sont divisées en éléments de disponibilité et de productivité au cours de la période de travail (Folkema et coll. 1981) pour les opérations courantes ainsi qu'en éléments d'étude à court terme (Smith et coll., 1985) pour les analyses plus détaillées.

Éléments de disponibilité et de productivité en périodes de travail

Heure-machine selon l'horaire (HMH): Période nominale prévue pour le fonctionnement de l'engin (p. ex. une période de travail de 8 heures). Il s'agit généralement du temps pendant lequel l'opérateur est payé.

Temps-machine productif ou heure-machine productive (HMP): Il s'agit de la partie du temps-machine total pendant laquelle l'engin est utilisé.

Réparations: Les réparations comprennent la réparation ou le remplacement de pièces suite à une panne ou à un mauvais fonctionnement. Cela comprend aussi les modifications ou les améliorations apportées à l'engin.

Entretien: Il s'agit de l'entretien courant et préventif effectué pour maintenir l'engin en état de marche satisfaisant.

Retard (plus de 15 min): Il s'agit de la partie des HMH pendant laquelle l'engin n'est pas utilisé pour des raisons autres que celles liées aux réparations et à l'entretien. Le retard est divisé en:

> **Temps opérationnel non productif:** Partie de la période de travail pendant laquelle le moteur tourne, mais l'engin effectue une autre tâche que celle pour laquelle il est prévu.
>
> **Attente - mécanicien:** Partie de la période de travail pendant laquelle l'engin est en panne et non en réparation, le ou les mécaniciens n'étant pas encore arrivés.
>
> **Attente - pièces:** Partie de la période de travail pendant laquelle l'engin est en panne et non en réparation, les pièces n'étant pas encore disponibles.
>
> **Retards divers:** Partie de la période de travail pendant laquelle l'engin ne fonctionne pas à cause de raisons autres que celles découlant des réparations et de l'entretien et/ou de l'attente découlant des réparations et de l'entretien.

Éléments des études à court terme

Temps productif réel (scarification): Cette période débute quand l'appareil est au sol et que le tracteur commence à avancer. Elle n'inclut pas les retards.

Manoeuvre (virage): Période écoulée entre le moment où le scarificateur a terminé un passage mais n'a pas encore amorcé le suivant. Cet élément peut comprendre le relèvement de l'appareil du sol, les virages et l'abaissement de l'appareil.

Retard à cause d'obstacles: Il s'agit du temps pendant lequel le scarificateur est arrêté à cause d'obstructions jusqu'au moment où il se remet en marche.

Déplacement: Il s'agit du temps consacré a) aux déplacements à l'intérieur de la zone ou le long de la route entre les pauses et b) aux réparations. Ce temps comprend aussi les déplacements (inférieurs à 15 min.) entre les sites.

Retards (moins de 15 min.): Ces retards sont du même type que les retards de plus de 15 minutes mais se limitent aux durées inférieures ou égales à 15 minutes. Ces courts retards font partie du temps-machine total productif tandis que les retards de plus de 15 minutes n'en font pas partie.